

Zahnärztliches Institut der Universität Zürich
Aus der Kronen- und Brückenabteilung
Vorstand: Prof. Dr. med. dent. E. Dolder

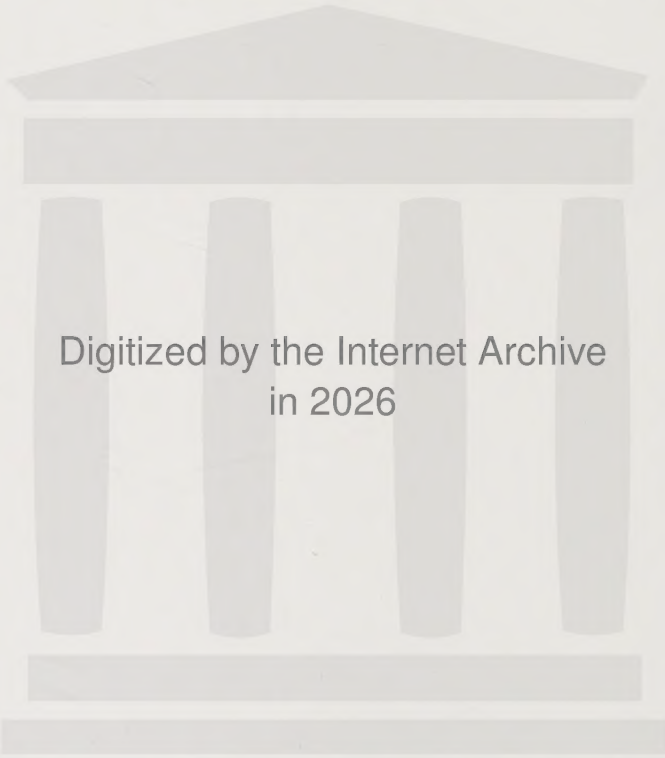
Oberflächenkorrosion und Pulpabeeinflussung selbst- härtender Kunststoffe

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Zahnheilkunde der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
ROBERT GISLER
von Altdorf

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. E. Dolder



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Zahnärztliches Institut der Universität Zürich
Aus der Kronen- und Brückenabteilung
Vorstand: Prof. Dr. med. dent. E. Dolder

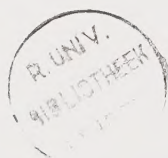
Oberflächenkorrosion und Pulpabeeinflussung selbst- härtender Kunststoffe

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Zahnheilkunde der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
ROBERT GISLER
von Altdorf

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. E. Dolder



*Meiner lieben Frau
und meinen lieben Eltern*

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	7
II. Eigene Untersuchungen	10
a) Fragestellung	10
b) Kavitäten-Präparation	10
c) Die verwendeten Werkstoffe	12
III. Korrosion	20
a) Methode	20
b) Ergebnisse der Oberflächenuntersuchungen	31
IV. Pulpabeeinflussung	33
V. Zusammenfassung	38
VI. Literatur	40

I. Einleitung

Im Bestreben ein für die Zahnheilkunde ideales Füllungsmaterial herzustellen, ist man in 20-jähriger Forschung zu den Methylmethacrylaten gelangt. Ihre Brauchbarkeit steht heute ausser Frage.

In Bezug auf Kosmetik, Widerstandsfähigkeit und leichter Verarbeitung sind sie den herkömmlichen Materialien wie Gold, Amalgam und Silikatzement zum Teil ebenbürtig, bisweilen haben sie einzelne in ihren Eigenschaften übertroffen.

Während Silikatzement den kosmetischen Anforderungen weitgehend genügt, hingegen ungenügend korrosionsbeständig ist, stören die dauerhafteren Gold- und Amalgamfüllungen unser Schönheitsempfinden.

Die heute verwendeten Kunststoffe haben als Basis den Methacrylsäuremethylester. Durch Vermischen des fertig auspolymerisierten Pulvers (Polymer) mit monomerer Flüssigkeit entsteht ein plastisches, verarbeitungsfähiges Gemisch. Diese teigartige Masse erstarrt durch Polymerisation des monomeren Anteils zu einem gehärteten inhomogenen Endprodukt.

Während bei den in der Prothetik verwendeten Kunststoffen die Härtung (Polymerisation) eine Temperatur von 100°C während ca. 1 Stunde beansprucht, wurde bei den selbsthärtenden Kunststoffen die Polymerisationsdauer durch Zusatz von Katalysatoren und Akzeleratoren und unter Ausnützung der Mundtemperatur auf 10–20 Minuten reduziert.

Verschiedene Forscher haben in letzter Zeit eingehende Untersuchungen über das biologische Verhalten selbsthärtender Kunststoffe angestellt.

M. Fischer macht in seinen „Experimentellen Untersuchungen über die Abschlussdichtigkeit der in der Zahnheilkunde gebräuchlichen Füllungsmaterialien“ (Zürcher Diss. 49) auf die interessante Tatsache aufmerksam, dass die Zähne mit Kunstharzfüllungen (Filcryn der Portland Plastic Ltd., London und ein nicht

im Handel erhältliches Präparat) in bezug auf die Abschlussdichtigkeit die ungünstigsten Resultate aller zahnärztlichen Füllmaterialien aufweisen. Das Pulpagewebe unter den Kunstharzfüllungen sei nach 4—5 monatiger Liegedauer stark verändert und zeige vor allem eine Schädigung der Odontoblastenzellen im Sinne einer Vakuolenbildung oder vollständigen Verschwindens derselben im Bereiche der Kavitätenausdehnung, in einigen Fällen Infiltration des Pulpagewebes, an vereinzelt Stellen mit Leukozytenzellen oder Abszessbildung, so dass vorläufig entweder bei diesen Füllungsmaterialien besondere Schutzmassnahmen für die Pulpa als indiziert oder deren Verwendung als kontraindiziert betrachtet werden müsse, bis bessere, abschlussdichtere Kunststoffe zur Verfügung stehen.

Bald darauf kamen neue, verbesserte Kunststoffe in den Handel, deren physikalisches und biologisches Verhalten fortwährend kontrolliert wurde.

Stocklin, der zwar keine histologischen Untersuchungen vornahm, engt auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen mit dem Kunststoff Hesacryl den Anwendungsbereich für selbsthärtende Kunststoffe ein. Seiner Ansicht nach liegt das Hauptanwendungsgebiet der selbsthärtenden Kunststoffe nicht in der Füllungsherstellung, sondern vielmehr im vorübergehenden Kronen- und Brückenersatz bis zur definitiven Versorgung. Er betrachtet Okklusalfüllungen im Molaren- und Prämolarengebiet mit Antagonisten als kontraindiziert.

Castagnola kommt zum Schluss, dass die Kunststoffe, besonders Hesacryl, keinen schädigenden Einfluss auf das Hartgewebe des Zahnes und die Schleimhaut haben, hingegen die Pulpa eher ungünstig beeinflussen. Er weist an Hand von zahlreichen histologischen Schnitten nach, wie die Pulpa unter Kunststoff-Füllungen mit Hyperämie, Leukocytenaustritt, Exudat ins Bindegewebe und Schädigung der der Füllung zunächstliegenden Odontoblastenschicht antwortet. Füllungen mit Zementunterlagen zeigen in der histologischen Untersuchung etwas bessere Resultate. Als Ursache dieser Pulpaschädigungen sieht der Autor nicht nur den niedrigen pH-Wert an, sondern auch die nicht geringe Menge Residual-

monomer, welche 24 Stunden nach dem Legen der Füllung immer noch 2,5 % des Anfangsquantums beträgt.

Als auffällige Erscheinung beobachtet Castagnola die Diskrepanz zwischen klinischem und histologischem Befund der Pulpa. Die oben erwähnten ungünstigen Zustände der Pulpa erzeugen nämlich keine klinischen Symptome. Der Verfasser begründet dies mit dem Fehlen einer Abwehrreaktion ähnlich derjenigen bei der Karies, weil er zu seinen Untersuchungen nur kariesfreie Zähne von jugendlichen Patienten heranzog.

Auch weist er die Randdurchlässigkeit bei allen Kunstharzfüllungen mittels weit eindringenden Farbstoffen nach.

Seelig und Lefkowitz untersuchen das Verhalten der Pulpa von Affenzähnen unter Kunstharzfüllungen. Sie weisen dort die nämlichen schädlichen Einwirkungen nach wie Castagnola.

Spreter von Kreudenstein beobachtet schon 48 Stunden nach dem Einbringen von Kunstharzfüllungen toxische Einflüsse im Zahnmark von Affenzähnen. Es sind von ihm von der örtlich begrenzten Gefässreaktion in der Form der Kapillarerweiterung im Bereich der Odontoblastenzone bis zur vollständigen Pulpanekrose alle Stadien der toxischen Gewebsschädigung gefunden worden.

Seiner Ansicht nach kann gestützt auf die vorliegenden Versuchsergebnisse von einer gesetzmässigen Beziehung zwischen dem Grad der Veränderung und der Kavitätestiefe keine Rede sein. Er entdeckte nämlich gelegentlich hochgradige und sicher irreversible Veränderungen der Pulpa auch bei relativ seichten Kavitäten und konnte überdies feststellen, dass eine Unterfüllung mit Phosphatzement die Pulpa vor dem schädlichen Einfluss der erhärtenden Kunststoff-Füllung nicht vollständig zu schützen vermag.

Nach Passow sind bei den bisher bekannten und gebräuchlichsten selbsthärtenden Kunstharzen Reizungen und Schädigungen des Pulpagewebes unausbleiblich. Weil das Monomer der schnellhärtenden Kunststoffe sich in sämtlichen bekannten und gebräuchlichen Lösungsmitteln löst, bzw. von diesen gelöst wird, müsse jeder Versuch, einen auf Lackbasis aufgebauten schützenden Ueberzug auf dem Dentin zu fixieren, fehlschlagen.

II. Eigene Untersuchungen

a) Fragestellung

Zu unsern Versuchen verwendeten wir folgende Kunststoffe:

Hesacryl	Chemische Fabrik Schönenwerd
Kadon	Caulk Co., Milford, USA
Sevriton	Gebr. de Trey, Zürich

Die mit diesen Kunststoffen gemachten Füllungen wurden nach folgenden Gesichtspunkten untersucht:

1. Sind sie gegenüber den Mundeinflüssen beständig oder werden sie korrodiert?
2. Verhalten sich die Oberflächen der polierten und unpolierten Füllungen unterschiedlich?
3. Das Oberflächenverhalten der Kunststoff-Füllungen wurde verglichen mit demjenigen der Silikatzementfüllungen.
4. Reaktion der Pulpa unter Kunststoff-Füllungen.

b) Kavitäten-Präparation

An 10 -13 jährigen Patienten der Schulzahnklinik Wiedikon-Zürich, bei denen aus orthodontischen Gründen die systematische Extraktion der ersten Molaren geplant war, wurden für unsere Versuche zentrale, buccale sowie palatinal Füllungen in die 6-Jahr-Molaren gelegt.

Wir wählten solche Zähne, die kariesfrei waren oder nur eine beginnende Karies hatten. Zähne mit tiefer Karies kamen nicht in Betracht, da dort eventuell bereits mit einer Pulpaveränderung zu rechnen war und die Frage der Reaktion der Pulpa unter Kunststoff-Füllungen nicht eindeutig hätte abgeklärt werden können.

Um vergleichende Untersuchungen anstellen zu können, füllten wir an ein und demselben Patienten stets einen Zahn mit Silikazement, die weiteren noch vorhandenen 1. Molaren mit Kunststoff. Einige 1. Molaren wiesen sowohl palatinale als auch buccale Füllungen auf.

Vor der eigentlichen Kavitätenpräparation wurden eventuell vorhandene kariöse Stellen mit Klebwachs ergänzt und von der Oberfläche des zu füllenden Zahnes sowie seinen Nachbarn ein Kerrabdruck genommen. Dieser Abdruck diente später nicht nur zum Modellieren, sondern vor allem zum Pressen der frischgelegten Füllung.

Die Kavitätenpräparation erfolgte nach den allgemein gültigen Regeln von Black. Bei zentralen Füllungen: Aufziehen der Fissuren mit Diamanten, Entfernen der Karies mit Bohrern und Anlegen von Unterschnitten im Dentin. Bei den buccalen und palatinalen Füllungen musste meistens die gesunde Schmelzschicht mit Diamanten durchgeschliffen werden. Um ein Erwärmen des Zahnes zu vermeiden wurde immer unter Wasserberieselung gearbeitet.

Nach dem Trockenlegen der Kavität mittels Kofferdam oder Watertrollen folgte das Reinigen mit Alkohol 70 % und Austrocknen mit Heissluft. Der Kavitätenboden wurde stets mit Phosphatzement abgedeckt, um die von Castagnola, Seelig und Lefkowitz nachgewiesene Pulpareizung zu vermeiden.

Die drei von uns gebrauchten Kunststoffe verlangten ein jeder eine besondere Verarbeitung der Masse.

Allgemein galt, dass die von den Fabrikanten angegebenen Gebrauchs-Anweisungen genau eingehalten werden sollen, um Misserfolge (Verfärbung, schlechte Polymerisation, Nicht-Haften der Füllung etc.) zu verhüten. Eine Reihe von Kunststoffen sind empfindlich gegenüber gewissen Medikamenten. Polymerisationshindernd sind unter anderem alle ätherischen Oele wie Eugenol, Thymol, alle Oele und Fette sowie Zelluloid. Ausserdem löst Chloroform den Kunststoff rasch auf; Karbolsäure und Xylol greifen stark, Aether und 90 % Alkohol in geringerem Masse an.

70 % Alkohol kann jedoch zum Auswischen und Trocknen der Kavität ohne Gefahr für die spätere Füllung verwendet werden.

c) Die verwendeten Kunststoffe

Hesacryl (Chemische Fabrik Schönenwerd)

Zuerst schütte man die voraussichtlich benötigte Menge Pulver in ein kleines Glasgefäß. Darauf wird mit Hilfe einer Pipette tropfenweise Hesacryl-Flüssigkeit zugesetzt, jedoch nur soviel, dass das Pulver nicht vollständig durchgefeuchtet ist, und dann wird leicht durchgemischt. Um eine gute Durchmischung von Pulver und Flüssigkeit zu erreichen, klopft man weiter mit dem Griff eines Instrumentes an die Aussenwände des Glasgefäßes.

Dadurch wird auch der Blasenbildung entgegen gearbeitet. Unter dem Einfluss der Vibration steigt die Flüssigkeit allmählich an die Oberfläche, welche dann in einem gut proportionierten Gemisch flach und glänzend erscheint. Dieses Gemisch kann je nach Zimmertemperatur während 3—4 Minuten stehen gelassen werden, bis es eine teigartige, nicht mehr körnige Beschaffenheit aufweist und Fäden zieht. Jetzt ist die Masse zum Stopfen bereit.

Die Kavitätenwände werden mit Hesacryl-Flüssigkeit angefeuchtet. Gestopft wird die plastische Masse mit nicht rostenden Instrumenten. Das Stopfen hat rasch zu erfolgen und zwar zuerst in kleinen Mengen in die Unterschnitte und an die Wände. Dann wird der Rest auf einmal und mit Ueberschuss hinzugefügt. Mit Hilfe eines Cellophan-Streifens wird die Oberfläche gegen Luftfeuchtigkeit isoliert und dann mit dem vorbereiteten Kerrabdruck auf den zwischengelegten Cellophanstreifen während 2—3 Minuten ein starker Druck ausgeübt.

Die Polymerisation vollzieht sich bei Mundtemperatur innerhalb 6—10 Minuten. Während dieser Zeit muss der Cellophan-Streifen an seinem Platz belassen werden.

Eine Beschleunigung der Polymerisation mittels Ultraviolett-Strahlen, Sollux oder Warmluft wurde bei unseren Versuchen nie vorgenommen.

Insgesamt wurden 11 Hesacryl-Füllungen gemacht und zwar central 6 und buccal 5.

Nach der vollständigen Durchhärtung erfolgte bei 5 Hesacryl-Füllungen die erste Politur mit Hilfe von feinen Carborund-Steinchen, Finierern und Papierscheiben bei niedriger Tourenzahl und ohne Druck.

Um Hochglanz der Oberfläche zu erzeugen, wurde Bürste mit feuchter Kreide verwendet. 6 Füllungen blieben unpoliert. Zur weiteren Untersuchung wurden die füllungstragenden Zähne in Leitungsanästhesie extrahiert.

H E S A C R Y L

Name	Zahn	Alter in Jahren	Geschlecht	Karies	Lage der Füllung	Politur	Liegedauer in Tagen
S. P.	—6	10	♂	+	central	+	104
W. E.	6—	10	♀	+	central	+	147
R. L.	6+	11	♀	+	central	—	128
S. M.	—6	12	♀	+	central	—	150
W. G.	6+	11	♀	—	buccal	—	128
B. M.	6+	10	♀	—	central	+	54
B. M.	6—	10	♀	—	buccal	+	47
W. E.	6+	9	♂	—	buccal	+	71
L. V.	+6	8	♀	—	buccal	—	47
S. H.	6—	10	♂	—	central	—	herausgef.
M. R.	6+	10	♀	+	buccal	—	125

KADON. (Caulk Co., Milford, USA)

Das ideale Mischungsverhältnis entspricht einem Teil Pulver zu einem Teil Flüssigkeit. Ein genaueres Dosieren ist nach den Angaben des Fabrikanten nicht erforderlich; es müsse lediglich genügend Flüssigkeit vorhanden sein, um alle Pulverteile zu befeuchten.

Man bringt die nötige Menge Kadon-Pulver auf eine Glasplatte, welche vorher zur Verzögerung der Gelbildung auf 18° C abgekühlt wurde. Dieses Pulver wird in Trichterform angehäuft und ein kleiner Rest des Polymers als Reserve abseits auf der Platte aufbewahrt. Die Trichterform soll das Abfließen der Flüssigkeit auf die Glasplatte verhindern.

Nun füllt man das Monomer mit einem nicht korrosiven Spatel in den Trichter. Ist dabei ein zu dünnes Gemisch entstanden, nimmt man vom Reservehaufen Pulver und gibt es dazu.

Das Mischen erfolgt mit einem rostfreien Spatel durch schlagende Bewegungen. Die letzten Schläge mit dem Spatel geben der Masse eine homogene Konsistenz von weicher, verarbeitbarer Plastizität.

Der Fabrikant erwähnt, dass die Konsistenz der Mischung gar nichts zu tun habe mit der Dauerhaftigkeit der Füllung. Natürlich sei eine extrem dünne Mischung kontraindiziert, ebenso eine extrem dicke. Innerhalb dieser Extreme könne die Konsistenz der Arbeit angepasst werden. Immerhin sei das Füllen leichter mit einer ziemlich festen Mischung, welche gut an den Kavitätenrändern haftet.

Aus den Dellen, die es gibt, wenn man mit der Spatelspitze auf die Masse drückt, kann man die „dead pack quality“ des Kadons sehen. Diese ist nach ca. 30 Sekunden erreicht und hält ungefähr 2 Minuten an. In dieser Zeit soll Kadon in einer grossen Portion gestopft werden. Nachher geht die Masse in ein unerwünschtes, gummiähnliches Stadium über.

Unmittelbar vor dem Einfüllen müssen die Dentinkanälchen mit „Kadon Cavity Liner“ verschlossen werden. Dieser Film wird von der monomeren Flüssigkeit nicht aufgelöst und soll das Pulpagewebe schützen.

Doch hat nach Passow der zum Schutz der Pulpa auf die Kavitätenwände gebrachte Lack keine Verhütung der schädlichen Einwirkungen auf die Pulpa zur Folge gehabt.

Nach dem Füllen wird die Masse während 3 Minuten durch den stark angepressten „Resinstrip“ vor Luftzutritt geschützt und durch den ausgeübten Druck mit dem Kerrabdruck verdichtet.

Die Polymerisation läuft automatisch ab. Sie ist nach ca. 5 Minuten, von Beginn des Mischens an gerechnet, beendet. Nach weiteren 10 Minuten kann die Kadon-Füllung mit wasserbenetzten

Steinchen, Bohrern oder Disks geglättet und dann mit nassen Filzbürsten oder feinem Polierpulver poliert werden.

Es wurden 9 Kadon-Füllungen hergestellt und zwar: central 2, buccal 7. Davon wurden 4 poliert und während 150, 147, 137, 131 Tagen im Mund des Patienten belassen.

Die restlichen 5 unpolierten Füllungen weisen eine Liegedauer von 158, 126, 121, 89, 47 Tagen auf.

K A D O N

Name	Zahn	Alter in Jahren	Geschlecht	Karies	Lage der Füllung	Politur	Liegedauer in Tagen
S. P.	+6	10	♂	—	buccal	—	89
W. E.	+6	10	♀	—	buccal	+	137
W. E.	6+	10	♀	—	buccal	—	126
S. S.	+6	11	♀	+	central	+	147
B. M.	6+	10	♂	—	buccal	—	158
S. M.	-6	12	♀	—	buccal	.	150
R. M.	6-	9	♀	—	buccal	+	131
S. H.	6-	12	♀	—	buccal	—	121
L. V.	-6	8	♀	+	central	—	47

SEVRITON. (Gebr. de Trey, Zürich)

Die Mischtechnik ist etwas komplizierter als bei den beiden anderen Kunstharzen.

Der Katalysator ist weder dem Monomer noch dem Polymer beigegeben. Er muss jedesmal frisch im Monomer gelöst werden. Dies geschieht folgendermassen: Mit dem in der Original-Packung mitgelieferten Schaber kratzt man ein wenig Katalysatorpulver aus dem Fläschchen, dessen Pfropfen durchbohrt ist und im Innern eine wasserabsorbierende Substanz eingeschlossen enthält. Man achte, dass diese Substanz (Silicagel) stets bläulich bleibt. Hat sie nämlich eine rosa Farbe angenommen, so ist sie wassergesättigt und schützt den darunter eingeschlossenen Katalysator nicht mehr. Durch Erhitzen der hygroskopischen Substanz erhält sie ihre Funktion wieder und schützt den Katalysator gegen Feuchtigkeitsabsorption. Das trockene Katalysatorpulver wird in ein sauberes

Dappenglas gebracht und 8 Tropfen Flüssigkeit (Monomer) mit Hilfe einer Pipette hinzugeben. Hierauf wird 30 Sekunden lang mit einem Glasstab gemischt, um den Katalysator aufzulösen. (Die gründliche Durchmischung der Flüssigkeit mit dem Katalysator zeigt sich durch eine leicht milchige Färbung an.) Das Pulver (Polymer) wird mit Hilfe des Pulverschütters der Flüssigkeit hinzugefügt, wobei man es gleichmässig in der Flüssigkeit verteilt, bis ein Pulverüberschuss auf der Oberfläche erscheint. (Dieser Arbeitsgang sollte innerhalb 30 Sekunden erledigt sein.)

Das Mischgefäss wird drei- oder viermal vorsichtig auf eine feste Unterlage aufgestossen, wodurch die Flüssigkeit die genau erforderliche Menge des Pulvers aufnimmt. Das Mischgefäss wird umgedreht und fest in die Hand geklopft, um überschüssiges Pulver zu entfernen. Nunmehr werden zwei weitere Tropfen Flüssigkeit der Mischung beigegeben und mit dem Glasstab vorsichtig (nur in einer Richtung) umgerührt. Die Mischungsdauer bei 20° C Zimmertemperatur sollte ungefähr in einer Minute beendet sein. Eine Temperaturerhöhung auf 23° C verkürzt die Mischzeit auf eine halbe Minute.

Darauf verschliesst man das Mischgefäss mit einem Deckelchen und lässt die Mischung ungefähr 2 Minuten lang stehen, bis sie die richtige Gebrauchskonsistenz erreicht hat. Während dieser Wartezeit wird zweckmässigerweise die Kavität ausgetrocknet und mit Haftflüssigkeit überzogen. Zum Einbringen der Flüssigkeit wird das mitgelieferte Oeseninstrument verwendet.

Um die Konsistenz zu prüfen ziehen wir mit einem sauberen Spatel eine Furche durch die Mischung; wenn die Ränder nicht mehr zusammenfliessen, ist die richtige Konsistenz erreicht. Zu dünne oder zu dicke Mischungen wirken sich beim Einbringen der Füllungen gleichermassen ungünstig aus.

Mit rostfreien Stahlinstrumenten ist zunächst der Boden der Kavität mit einer kleinen Portion zu bedecken. Gleichzeitig werden die Unterschnitte ausgefüllt, sodann wird die ganze Kavität mit Ueberschuss gestopft.

Während 2–3 Minuten presst man den Cellophanstrip mittels des Kerrabdrucks auf die Füllung und hält ihn unbeweglich in

seiner Stellung. Darauf wird die Füllung mit Vaseline bedeckt sowie der größte Ueberschuss mit Hilfe eines scharfschneidenden Instrumentes entfernt.

Nach 15 Minuten kann die Politur vorgenommen werden. Hierbei sollen die verwendeten Finierer, Disks oder Filzräder stets bei niedrigster Geschwindigkeit benutzt werden.

Total benötigte Zeit bis zum Erreichen der richtigen Konsistenz = 4 Minuten.

Zeit vom Füllungsbeginn der Kavität bis zum Entfernen der Matrize = 4 Minuten.

Angefertigt wurden 13 Füllungen und zwar: centrale 5 und buccale 8.

Davon wurden 7 poliert. Die restlichen 6 Füllungen blieben unpoliert.

SEVRITON

Name	Zahn	Alter in Jahren	Geschlecht	Karies	Lage der Füllung	Politur	Liegedauer in Tagen
S. P.	6 -	10	♂	-	central	-	164
W. E.	-6	10	♀	+	central	-	139
R. L.	6 -	11	♀	-	buccal	-	128
B. M.	6 -	10	♂	+	central	+	152
S. M.	+6	12	♀	-	buccal	-	143
K. J.	6 -	11	♀	-	buccal	+	135
W. G.	6 -	11	♀	+	central	+	133
R. R.	6 -	12	♂	-	buccal	+	135
D. V.	6 -	11	♂	-	buccal	+	161
W. E.	6 -	9	♂	-	central	-	65
S. H.	6 -	10	♂	-	buccal	-	133
K. E.	+6	8	♂	-	buccal	+	125
K. E.	-6	8	♂	-	buccal	-	125

SILIKAT-ZEMENT „SYNTREX“.

(Gebr. de Trey, Zürich)

Auf eine dicke, polierte Glasplatte, deren Temperatur derjenigen des Zimmers entsprechen soll, gibt man mit Hilfe einer Pipette

drei Tropfen Syntrex-Flüssigkeit. Die erforderliche Menge Pulver wird zu einem kleinen Haufen am entgegengesetzten Ende der Platte aufgeschichtet. Zu Beginn des Mischens bringt man mit einem sauberen Achatspatel eine grosse Pulvermenge rasch in die Flüssigkeit. Diese erste Pulverportion soll ungefähr das Ausmass der verwendeten Flüssigkeitsmenge haben.

Das Mischen erfolgt nun ohne Druck durch kreisende Bewegungen mit der Spatel Spitze. Dadurch verhindert man ein vorzeitiges Zusammenbacken oder Wegfliegen des Pulvers.

Dann werden weitere, kleinere Pulvermengen der etwas ausgebreiteten Mischung beigelegt, die hernach eine dickere Konsistenz anzunehmen beginnt.

Der Spatel ist jetzt nicht nur mit der Spitze, sondern auch in seiner ganzen Länge zu gebrauchen und mehrmals um seine Längsachse zu drehen, um den Zement, welcher sich auf seiner äussern Oberfläche angesammelt hat, wieder in die Mischung zurückzubringen. Sobald die zweite Pulvermenge innig verrührt ist, wird die Masse mit einigen Strichen gesammelt und in einer dünnen Schicht auf der Platte ausgebreitet. Jetzt kann eine weitere kleine Portion Pulver hinzugefügt werden.

Hierauf beginnt man das endgültige Durchspateln. Dieses muss entsprechend dem wachsenden Widerstand mit grösserem Druck erfolgen und geschieht derart, dass man den Spatel zu Anfang rasch und kräftig von rechts und links über die ganze Masse hinwegstreicht. Zum Schluss durchspatelt man das Gemisch in kleinen Teilportionen durch kurze, kleine Spatelbewegungen. Nötigenfalls ist der Mischung noch eine kleinere Menge der übriggebliebenen Pulverportion hinzuzufügen und das Ganze nochmals durchzuspateln, bis der Oberflächenglanz fast ganz verschwunden ist. Spätestens 1½ Minuten nach Beginn der Mischung muss die richtige Konsistenz erreicht sein.

Zur Prüfung der richtigen Konsistenz der Syntrex-Mischung drücke man das flache Spatelende auf die gesammelte Zementmasse nieder und hebe dasselbe sehr langsam hoch. Bei richtiger Konsi-

stenz folgt die Mischung dem Spatel zunächst auf ein kurzes Stück, um dann plötzlich abzubrechen. Lässt sich dagegen die Mischung noch fadenförmig ausziehen, so ist sie zu dünn. Falls es die Zeit erlaubt, kann im letzteren Falle nochmals ein wenig Pulver hinzugefügt werden. Der Fabrikant erwähnt ausdrücklich, dass nach begonnener Mischung unter keinen Umständen mehr Flüssigkeit der Mischung beigelegt werden darf, da hierdurch die richtige Abbindung gestört wird. Es soll in diesem Falle eine neue Mischung begonnen werden.

Das richtige Mischungsverhältnis beträgt: 5 Teile Pulver zu 1 Teil Flüssigkeit.

Der Syntrex-Zement bleibt nach beendeter Mischung zur Einfüllung in die Kavität während $1\frac{1}{2}$ –2 Minuten plastisch. Die Zementmasse wird mit sauberen, nicht eingefetteten Tantal- oder rostfreien Stahlinstrumenten in kleinen Teilportionen rasch sowohl an die Kavitätenwände als auch in die Unterschnitte gedrückt und hierauf die ganze Kavität mit geringem Ueberschuss gefüllt. Mit einem vaselinieren Zelluloidstreifen werden nun die Konturen geformt und gleichzeitig der erforderliche Druck ausgeübt. Den Zelluloidstreifen presst man 2–3 Minuten lang fest und unbeweglich über die gesamte Füllungsoberfläche. Nach Wegnahme des Zelluloidstreifens soll die fertige Füllung mit einer dünnen Vaseline-schicht überzogen und 10 Minuten lang unberührt gelassen werden. Nach Ablauf dieser Zeit entfernt man die Vaselineschicht mit einem trockenen Wattebausch und überzieht die Oberfläche mit einer Lackschicht. Erst wenn diese trocken ist, wird der Kofferdam abgenommen oder werden die Watterollen entfernt.

Im ganzen wurden 9 Versuchsfüllungen mit De Trey's Syntrex Silikat-zement gemacht. Davon waren 5 buccal und 4 palatinal gelegen. Von diesen Füllungen wurden 4 frühestens nach 24 Stunden mit vaselinieren, sauberen Steinchen und Scheiben poliert. Für das endgültige Polieren dieser Silikatfüllungen verwendeten wir de Trey's Polierpaste und de Trey's Hartfilz-scheiben. 5 Füllungen blieben unpoliert.

SYNTREX

Name	Zahn	Alter in Jahren	Geschlecht	Karies	Lage der Füllung	Politur	Liegedauer in Tagen
S. P.	6+	10	♂	-	buccal	-	136
W. E.	+6	10	♀	-	palatinal	+	147
B. M.	6+	10	♂	-	palatinal	-	158
S. M.	+6	12	♀	-	palatinal	-	143
K. J.	6	11	♀	-	buccal	-	128
W. G.	6+	11	♀	-	palatinal	-	128
R. R.	6+	12	♂	-	buccal	+	128
D. V.	6+	11	♀	-	buccal	+	154
S. H.	6+	12	♀	-	buccal	-	121

III. Korrosion

a) Methode

Für die Oberflächenuntersuchung unserer Kunststoff-Füllungen wurden verschiedene Methoden ausprobiert.

Die von Jan Wolf, Prag entwickelte Adhäsionsreliefmethode konnte aus folgenden Gründen für Kunststoffe nicht verwendet werden:

Im Prinzip beruht sie auf der Anfertigung eines Zelluloid- oder Zelloidinabgusses von der Oberfläche des zu untersuchenden Gewebes und in der Abnahme dieses häutchenartigen Abgusses mittels eines durchsichtigen, klebrigen Zellophanstreifens (Durex Abrasives Corporation, New York).

Dieser Abguss, welcher die feinsten Einzelheiten des Originals getreu wiedergibt, wird im durchfallenden Licht im Mikroskop beobachtet.

Da die zur Bildung des Oberflächenabgusses benötigte Zelloidin-Kampher-Zelluloidlösung Kunststoffe auflöst, kann dieses Verfahren nicht angewendet werden. Weitere Versuche mit durchsichtigen Oberflächenabgüssen führten nicht zum Erfolg. Es zeigten z. B. Oberflächenabgüsse aus Gelatine oder Paraffin nach dem

Erhärten so grosse Formveränderungen, dass auch sie für unsere Untersuchungen nicht in Frage kamen.

Wir gingen deshalb dazu über, die Auswertung unserer Füllungen nach der von Prof. Dr. Max Zeller, Photogrammetrisches Institut ETH Zürich, ausgearbeiteten mikrophotogrammetrischen Methode vorzunehmen.

Die mikrophotogrammetrische Methode erlaubt uns, von einer beliebigen Oberfläche mit mikroskopisch kleinen Unebenheiten, eine genaue topographische Darstellung zu geben.

In der folgenden kurzen Erläuterung kann auf die mathematisch-physikalischen Grundlagen der Stereophotogrammetrie nicht näher eingegangen werden. Es sei hiefür auf Zeller „Lehrbuch der Photogrammetrie“ 1947 und auf dessen Arbeit „Mikrophotogrammetrie“, Schweiz. Bauzeitung 1938, verwiesen.

Die Stereophotogrammetrie beruht, wie der Name schon sagt, auf der Verwendung des Stereoeffektes, welcher auftritt, wenn wir zwei Photos, die von seitlich verschiedenen Standorten aufgenommen wurden, unter dem Stereoskop betrachten.

Trotzdem es sich bei einem solchen Stereopaar um zwei ebene Abbildungen handelt, haben wir dann den Eindruck eines Raummodelles. Dieses Tiefenwahrnehmungsvermögen wird in der Stereophotogrammetrie ausgenützt.

Die Auswertung von Stereopaaren geschieht mit automatischen Auswertegeräten, die hier nur im Prinzip dargestellt seien.

Das verwendete Auswertegerät ist der von Dr. h. c. Heinrich Wild konstruierte Autograph A 2.

Die beiden Teilbilder des Aufnahmepaares werden im Autographen in die gleiche gegenseitige und absolute Lage gebracht, die sie im Moment der Aufnahme gehabt haben. Durch ein optisches System wird das Raummodell betrachtet. Eine punktförmige Messmarke kann durch Handräder und Fusscheiben beliebig im Raume bewegt werden. Es besteht also die Möglichkeit die Messmarke an beliebigen Punkten des Raummodelles aufzusetzen (z. B. Schmelzschicht des zu untersuchenden Zahnes), oder auch be-

liebigen Linien nachzufahren (z. B. Füllungsänder). Die Horizontalprojektion der ausgeführten Bewegungen der Marke wird auf einen Zeichentisch übertragen. Der Masstab der Zeichnung richtet sich nach dem Verhältnis der Auswertebasis zur Aufnahmebasis (Abstand der beiden Photos) und der gewählten Uebersetzung Autograph-Zeichentisch.

Wenn wir also beliebige Linien im Raummodell mit der Messmarke genau verfolgen, so beschreibt der Zeichenstift die Projektion dieser Linien. Die Topographie unseres auszuwertenden Bildes halten wir fest, indem wir die Marke in konstanter Höhe an das „Gelände“ heran- und ihm nachführen. Der Zeichenstift zeichnet dann die Schnittlinien (Höhenkurven) auf, die sich bei Einstellung verschiedener Höhen an der Kunststoff-Füllung ergeben, wie es unten in den Abbildungen dargestellt ist. Die Kurven entsprechen also effektiv Horizontalschnitten durch die Füllung mit 0,05 mm Abstand (Zwischenkurven mit 0,025 mm Abstand).

Das Ziehen der Kurven setzt eine gewisse Fertigkeit voraus und erfordert ausserdem aufmerksame Beobachtung, denn jeder Fehler wird auf den Zeichentisch übertragen und registriert.

In verdankenswerter Weise hat Herr R. Häberli, Dipl. Ing., Assistent von Prof. Zeller, die mühevollen Auswertungen am Autographen ausgeführt.

DATEN ZUR AUSWERTUNG.

Siehe „Lehrbuch der Photogrammetrie“, von Zeller.

Normalfall:

lineare Vergrößerung 1 : 20 (Zahn-Photo)

d = 20 D D: Objektdistanz
d: Balglänge = 45.4 cm

seitliche Verschiebung des Objektes (Basis) : $2 \text{ mm} = b$

Abstandsgleichung : $y = \frac{b \cdot f}{a}$ wobei: $f = d$
 $a = \text{lineare Paralaxe}$

Reduktion von f auf die Bildweite des Autographen f_1
 wobei $f_1 = 165 \text{ mm}$

für Auswertung: $y_1 = \frac{b_1 \cdot f_1}{a}$

Wir wählen $\frac{n = 10}{\frac{y_1}{y}} = n$

Einzudrehende Basis am Autographen: $b_1 = n \cdot b \cdot \frac{f}{f_1}$
 $= 10 \cdot 2 \cdot \frac{454}{165}$
 $= \underline{55 \text{ mm}}$

$100 \text{ mm} < y_1 < 400 \text{ mm}$

AUSWERTUNGSMASSTAB:

$\frac{b_1}{b} \cdot \frac{1}{\text{Uebersetzungsverhältnis}} : \text{Autograph-Zeichentisch}$
 $\underline{2 : 3}$

$\frac{55}{2} \cdot \frac{3}{2} = \underline{41 : 1}$

Die Aufnahmen der Füllungsoberflächen wurden vom Photographischen Institut der ETH ausgeführt. Es kam eine Fusskammer mit beweglichem Tisch und Kreuzschlitten zur Verwendung.

Objektiv: Glypta Busch, 2,5 cm Brennweite mit kleinster Blende von 1 : 18.

Beleuchtung: 500 Watt Birne mit länglichem Reflektor und Streuschirm.

Die Lichtquelle befand sich in ca. 40 cm Entfernung vom Objekt mit Wirkung von schräg oben.

Der Zahn wurde auf dem horizontalen Kreuzschlitten befestigt, mit 20-facher Vergrößerung aufgenommen (entspricht einer Balglänge von 45,4 cm), kleinste Blende, Belichtung 6 Minuten.

Neben dem Zahn wurde gleichzeitig ein Glasmaßstab aufgenommen. Nachher Verschieben des Kreuzschlittens um 2 mm (Basislänge) und Aufnahme des zweiten Bildes. (Aus drucktechnischen Gründen wird nur eine Aufnahme des Stereopaars veröffentlicht.)

Nach Jan Wolf haben aber Untersuchungen bei Beleuchtung mit auffallendem Licht drei wesentliche Nachteile:

1. Die Oberflächenbeleuchtung ruft störende Reflexe hervor.
2. Durch die ungleichmässige, eventuell bunte Farbe des Objektes wird die Untersuchung beeinträchtigt.
3. Bei den nur wenig durchsichtigen Objekten stören jene Strahlen, welche in die Tiefe des Objektes eindringen, und von dort aus wieder diffus reflektiert werden. Sie machen das Bild unklar.

Durch die erwähnte Aufnahmeanordnung erhielten wir hingegen klare und scharfe Bilder der uns interessierenden Oberflächenpartien.

Der verwendete Streuschirm und das schräg auffallende Licht verhinderten die Bildung störender Reflexe. Ausserdem wurden für unsere Kunststoff-Füllungen, ohne Rücksicht auf die natürliche Zahnfarbe, wenig transparente, einheitliche Farben der Kunststoffe ausgewählt.

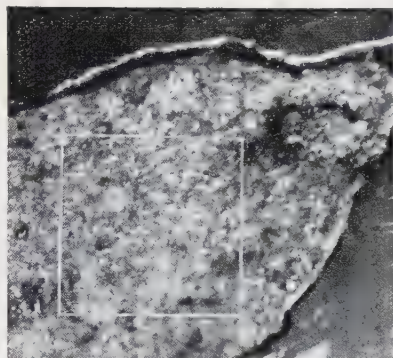
Im folgenden werden von den 42 gemachten Füllungen 6 charakteristische Fälle im mikrophotographischen und im photogrammetrisch ausgewerteten Bilde gezeigt.

HESACRYL

Füllung nach 47 Tagen Liegedauer, poliert.
Stereoaufnahme. Vergrößerung 20-fach. Pat. B.M. 6-

Masstab: 41 : 1
Aequidistanz: 0,05 mm
mit Zwischenkurven.

Abb. 1a



Makroskopisch:

Oberfläche matt und rauh,
Randschluss gut.

Mikroskopisch:

Körnige mit Löchern durchsetzte
Oberfläche. Keine mech. Verlet-
zungen feststellbar.

Photogrammetrische Auswertung.

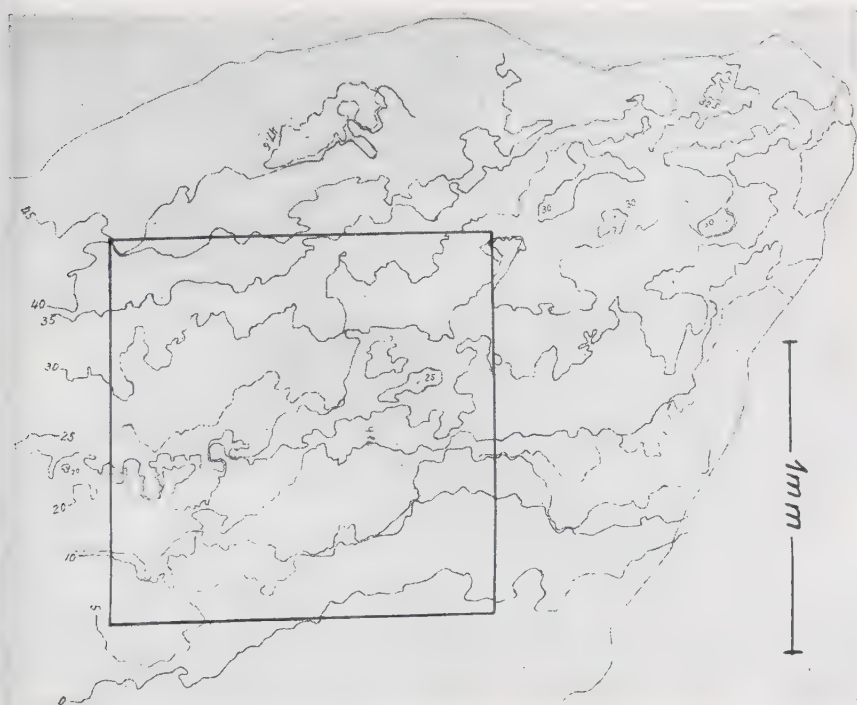
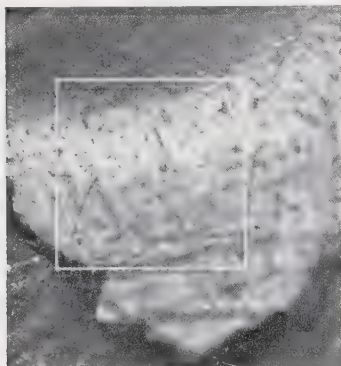


Abb. 1b

KADON

Füllung nach 158 Tagen Liegedauer, nicht poliert.
Stereoaufnahme. Vergrößerung 20-fach. Pat. B. M. 6



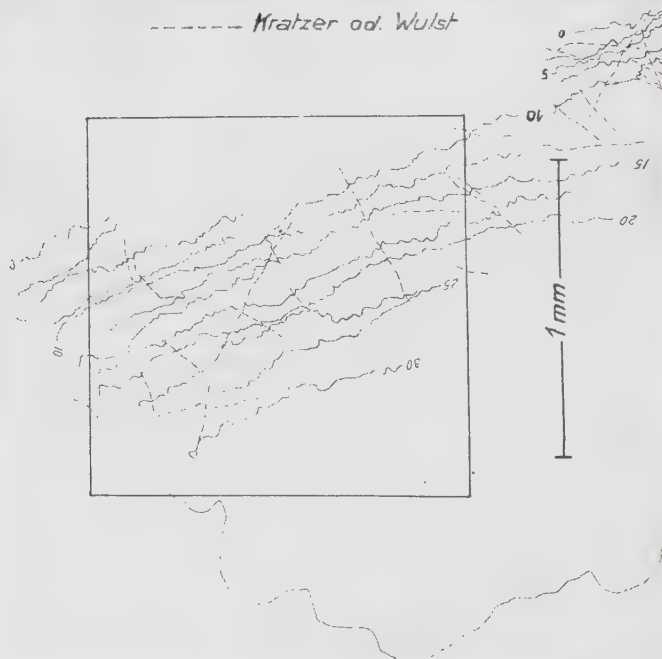
Masstab: 39 : 1
Aequidistanz: 0,025 mm

Makroskopisch:
Matte, glatte Oberfläche.
Randschluss gut. Mesial geringer
Unterschuss.

Mikroskopisch:
Die Oberfläche hat glatte und raue
Stellen. Vereinzelt kleine Löcher. Es
sind viele kleine Kratzer, die durch
die Kurven gut erfasst werden, fest-
stellbar.

Abb. 2a

Photogrammetrische Auswertung.



KADON

Füllung nach 121 Tagen Liegedauer, nicht poliert.
Stereoaufnahme. Vergrößerung 20-fach. Pat. S. H. 6-

Masstab: 41 : 1

Aequidistanz: 0,025 mm

Makroskopisch:

Oberfläche glatt und leicht glänzend.

Mikroskopisch:

Relativ glatte Oberfläche, ohne grössere Kornstruktur. Jedoch mit kleinen, runden Löchern durchsetzt; es sind nur solche ausgezogen, die von den Kurven nicht erfasst werden. Ritzen sichtbar. Randpartien unscharf.

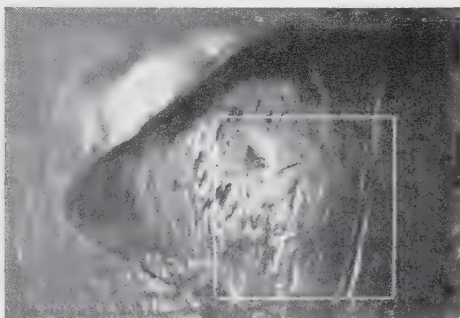


Abb. 3a

Photogrammetrische Auswertung.

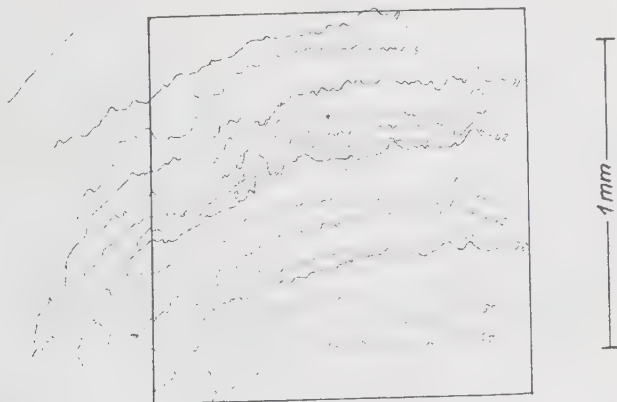


Abb. 3b

SEVRITON

Füllung nach 133 Tagen Liegedauer, nicht poliert.
Stereoaufnahme. Vergrößerung 20-fach. Pat. S. H. 6+

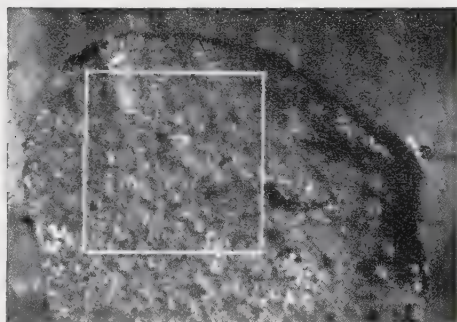


Abb. 4a

Masstab: 38 : 1

Aequidistanz: 0,05 mm

Zwischenkurven: 0,025 mm

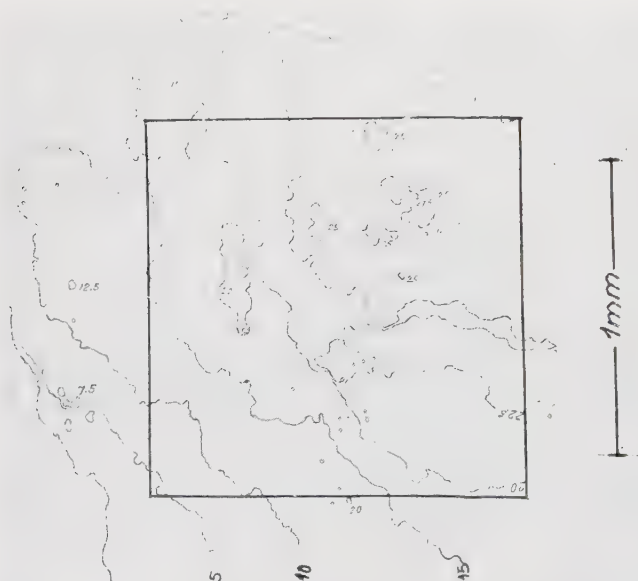
Makroskopisch:

glatte, matte Oberfläche. Keine Verfärbungen. Randschluss gut.

Mikroskopisch:

Oberfläche von vielen kleinen Löchern durchsetzt, mit mittlerem Durchmesser von 0,007 mm. Die markantesten wurden in der Zeichnung herausgehoben. Verteilung der Löcher ziemlich unregelmässig. Sie häufen sich jedoch am Rande. Keine mech. Verletzungen feststellbar.

Photogrammetrische Auswertung.



SILIKATZEMENT SYNTREX

Füllung nach 128 Tagen Liegedauer, poliert.
Stereoaufnahme. Vergrößerung 20-fach. Pat. R.R. 6+

Masstab: 39 : 1

Aequidistanz: 0,05 mm

Die Füllung sprang beim Photographieren.

Makroskopisch:

Oberfläche matt, körnig.

Randschluss gut.

Mikroskopisch:

Oberfläche etwas körnig mit vielen
Löchern von unbestimmter Form
(runde, ovale, dreieckförmige).

Randgebiet unscharf, nicht ausgewertet.

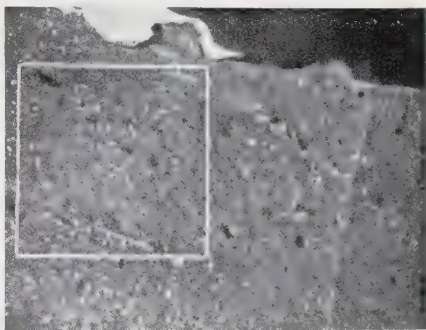


Abb. 5a

Photogrammetrische Auswertung.

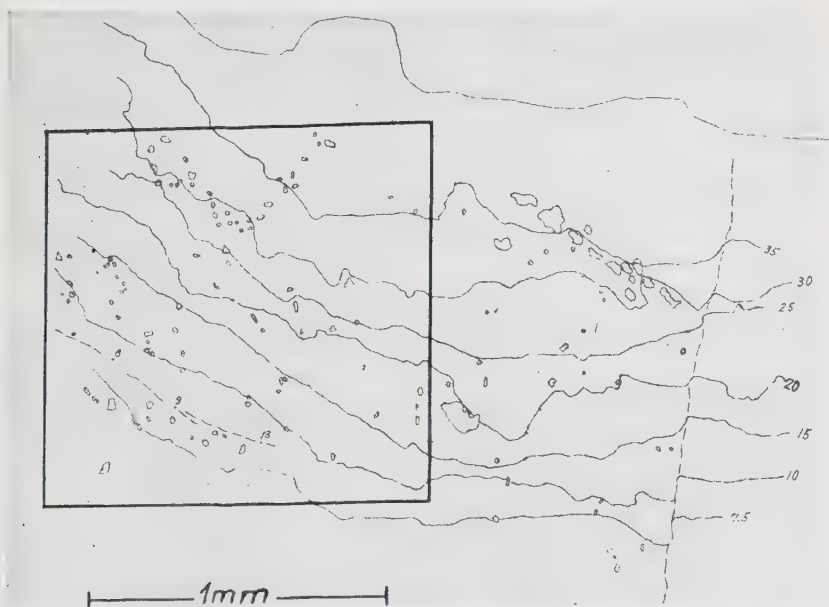


Abb. 5b

SILIKATZEMENT SYNTREX

Füllung nach 121 Tagen Liegedauer, nicht poliert.
Stereoaufnahme. Vergrößerung 20-fach. Pat. S.H. 6+

Maßstab: 41 : 1

Aequidistanz: 0,05 mm

Auswertung ziemlich schwierig, da die
Bilder leicht verschleiert sind.

Makroskopisch:

Oberfläche rau und matt.

Mikroskopisch:

raue, feinkörnige Struktur der Ober-
fläche. Mit kleinen Löchern durchsetzt;
die markantesten wurden in der Zeich-
nung herausgehoben. Die feinkörnige
Oberflächenstruktur wird durch die
Kurve nicht mehr erfasst. Randgebiet
unscharf.

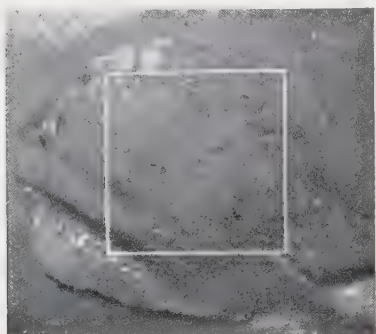
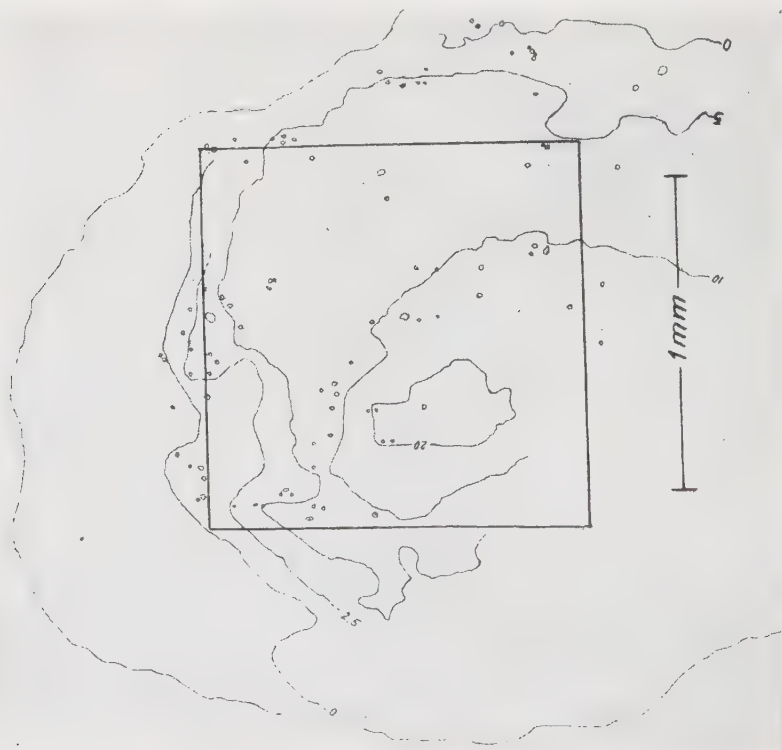


Abb. 6a

Photogrammetrische Auswertung.



b) Ergebnisse der Oberflächenuntersuchungen

Alle unsere Versuchsfüllungen zeigen mehr oder weniger deutliche Korrosionserscheinungen.

Durch die Vereinigung von polymerem Kunststoffpulver mit monomerer Flüssigkeit entsteht in relativ kurzer Zeit ein hartes, aber inhomogenes Endprodukt, das stets mehr oder weniger von blasigen Einschlüssen durchsetzt ist.

Das Monomer bildet zwischen den einzelnen Kunststoffperlen eine Kittsubstanz, welche gegen Mundeinflüsse empfindlicher ist als das vopolymerisierte Pulver. An dieser Kittsubstanz greift nun die Korrosion ein.

Das Anlösen der Perlen während der Polymerisation durch die monomere Flüssigkeit kann nur sehr kurze Zeit andauern, da die rasche Erhärtung jedes weitere Vordringen des Monomers in die Perlen hinein verunmöglicht. Dabei läuft sehr wahrscheinlich der Polymerisationsvorgang so rasch ab, dass relativ niedermolekulare Endprodukte entstehen, welche wesentlich leichter löslich (quellbar) sind und die infolgedessen im Munde auch leichter angegriffen werden können.

Durch das Quellen und Auflösen der Kittsubstanz werden die Perlen aus dem Verbande befreit. Es bleiben kleine Löcher zurück, die dem Durchmesser der herausgefallenen Perlen entsprechen.

Alle drei untersuchten Kunststoffe sind Perlpolymerisate. Das Herauslösen der Perlen konnte deshalb bei allen beobachtet werden. (Abb. 1—4)

Unter den *Hesacryl*perlen haben die grössten einen Durchmesser von 0,04 mm. Durch das Eindringen des Monomers quellen sie und nehmen fast um das Doppelte an Volumen zu. Die Kittsubstanz wird bei der Polymerisation sehr dünn. Durch das Auflösen derselben und Herausfallen der Perlen entstehen relativ grosse, runde Krater. Daraus erklärt sich die raue Oberflächenbeschaffenheit der korrodierten *Hesacryl*füllungen. (Abb. 1 a, b)

Die *Kadon*füllungen zeigen auch nach längerer Liegedauer (bis 152 Tagen) glatte Oberflächen. Obwohl die beiden Füllungen (siehe Bildteil) ohne jede Politur belassen worden waren, weisen

sie Kratzspuren auf. Eine Untersuchung über die Abriebfestigkeit, welche abklären soll, ob die Werkspuren durch die mechanische Beanspruchung der Füllungen beim Zahnreinigen, Kauen usw. zu Stande kamen, ist gegenwärtig im Gange. (Abb. 2 a, b, 3 a, b)

Die Oberflächen der Sevrion-Füllungen weisen nur sehr kleine runde Löcher auf. Der mittlere Durchmesser beträgt bloss 0,007 mm. Diese Erscheinung rührt von der sehr feinen Körnung des Sevrion-Pulvers her. (Abb. 4 a, b)

Bei den polierten Kunststoff-Füllungen beobachten wir öfters grössere, rundliche Löcher. Dies sind durch die Schleifarbeit freigelegte Poren. Die Porenbildung ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

1. Einmischen von Luft beim Anrühren, entweder dass die Luft schon im Pulver enthalten war oder dass sie beim Mischen mit eingeschlossen wird. Der auf die noch weiche Füllung ausgeübte Druck vermag aber diese Lufteinschlüsse nicht mehr zu entfernen.
2. Die Luft kann schon in den Perlen eingeschlossen sein. (Wild und Häfeli SMfZ. 1947).
3. Verdunsten von Monomer an der Oberfläche, wie wir es bei unpolierten Füllungen beobachten können. Es kann auch Monomer im Innern der Füllung verdunsten und Blasen bilden, welche durch das Polieren freigelegt werden können.

Nach Spreter von Kreudenstein kann der Luftgehalt je nach Anrührtechnik 5–10 Vol. % betragen. Bei diesem beträchtlichen Luftgehalt finden wir es nur von Vorteil, die Kunststoff-Füllungen so exakt zu gestalten, dass ein späteres Polieren nicht nötig wird.

Die Oberflächen der Syntrex-Füllungen weisen ein ganz anderes Korrosionsbild auf. Sahen wir bei allen korrodierten Kunststoff-Füllungen runde Krater, so sind hier die Löcher sehr verschieden gestaltet: rundliche, ovale, dreieck- bis vieleckförmige Krater. Dies rührt daher, dass das Syntrepulver als Mahlprodukt keine einheitliche Kornform besitzt. (Abb. 5 a, b, 6 a, b)

IV. Pulpabeeinflussung

Die histologischen Kontrollen an Mensch und Tier haben übereinstimmend ergeben, dass keiner der heute im Handel erhältlichen Kunststoffe in seiner Wirkung auf die vitale Pulpa als nicht toxisch anzusehen ist.

Seelig und Lefkowitz weisen bei ihren Untersuchungen an Affenzähnen Pulpairritationen nach. Diese anfangs aufgetretenen Veränderungen sollen sich jedoch nach 8 Tagen wieder zurückgebildet haben.

L. Schubert empfiehlt auf Grund seiner tierexperimentellen Versuche, die alle Stadien des Pulpazerfalles zeigen, die schnellpolymerisierenden Kunstharzfüllmassen an vitalen Zähnen nur bei Möglichkeit einer dicken Zementunterfüllung zu benützen. Das Aufsetzen von Jacketkronen oder Odushülsen auf vitale Zahnstümpfe mit den gegenwärtig auf dem Markt befindlichen Kunstharzfüllmassen kann er auf Grund der experimentellen Beobachtung nicht empfehlen.

Messina und Pini stellen fest, dass bei jugendlichen menschlichen Zähnen anfänglich keine Pulpaveränderungen eintreten, dass aber nach einer Liegedauer von 1½–2 Monaten die Pulpa deutliche Veränderungen, zum Teil sogar vollständige Nekrose zeigt.

Castagnola hat in seinen histologischen Untersuchungen den Einfluss verschiedener selbstpolymerisierender Kunststoffe geprüft. (Hesacryl, Autodent, Dentacryl, Polyplast). Er fand bei allen Zähnen und zwar auch bei solchen mit Phosphatzementunterlage mehr oder weniger starke pathologische Veränderungen der Pulpen. Es waren dies starke Erweiterung der Blutgefäße mit Austritt von Leukozyten und Exsudat in die Umgebung und Schädigung der Odontoblastenschicht, besonders in der Nähe der Applikationsstelle des Kunststoffes. Die krankhaften Veränderungen waren bei allen Kunststoff-Füllmassen ungefähr die gleichen und unabhängig von der variablen Liegedauer (48–137 Tage).

Spreter von Kreudenstein weist sowohl an menschlichen Zähnen als auch im Tierexperiment nach, dass eine Unterlage aus Phosphatzement die Pulpa vor der toxischen Wirkung des Dentafile nicht zu schützen vermag.

Eigene Untersuchungen

Eine Anzahl der Versuchszähne, deren Füllungen zur Oberflächenuntersuchung gedient hatten, sowie einige weitere Zähne, wurden noch histologisch verarbeitet. Als Unterlage wurde immer eine Schicht von Phosphatzement verwendet. Nach einer Liegedauer von 47–147 Tagen erfolgte unter Leitungsanästhesie die Extraktion. Die extrahierten Zähne wurden daraufhin zur Fixation des Pulpagewebes 5 Tage in Formalinlösung gebracht. Dann wurde durch Beschleifen die Zahnform verkleinert und die Kunststoff-Füllungen samt Zementunterlage vorsichtig entfernt. Dieses Vorgehen sollte den Entkalkungsvorgang und die nachfolgende nochmalige Fixation mit Formalinlösung beschleunigen. Darauf erfolgte das Einbetten in Celloidin. Nach dem Schneiden und Färben konnte die histologische Untersuchung vorgenommen werden.

Im folgenden werden 6 charakteristische Fälle im histologischen Bilde vorgeführt.

Sämtliche Präparate zeigen trotz der Phosphatzementunterlage Veränderungen des Pulpagewebes. Es sind dies Hyperämien der Blutgefäße mit Austreten von Leukocyten ins Pulpagewebe, in einzelnen Fällen Schädigungen der Odontoblastenzellen.

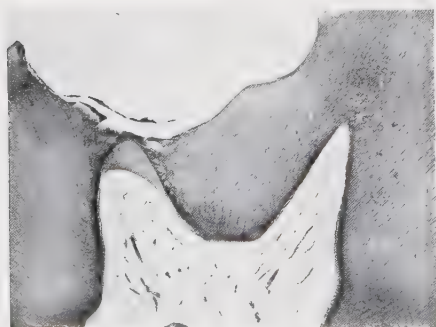


Abb. 7

Pat. S. M., Mädchen, 12-jährig.

Zahn: – 6.

Füllung: Hesacryl unpoliert
mit Phosphatzementunterlage.

Liegedauer: 150 Tage.

Paraffinschnitt. Hämatoxilin-Eosin-
färbung.

Minimale Distanz Pulpa-Kavitäten-
boden: 0,6 mm.

Starke Reizdentinbildung in Pulpakammerdecke. Odontoblastenschicht überall intakt. Im Pulpagewebe und ganz besonders in der näheren Umgebung der Kavität sind die Gefäße leicht hyperämisch erweitert. Kein Exsudataustritt.

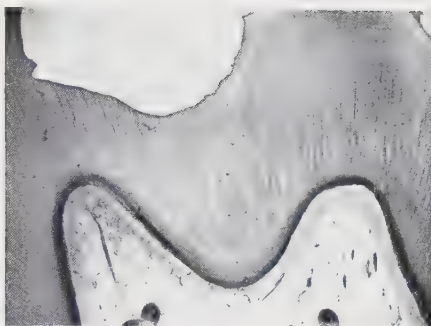


Abb. 8

Pat. B. M., Mädchen, 10 jährig. Zahn: 6 | .

Füllung: Hesacryl mit Phosphatzementunterlage.

Liegedauer: 54 Tage. Paraffinschnitt. Hämatoxin-Eosinfärbung.

Minimaldistanz Pulpa-Kavitätenboden: 0,8 mm.

In der Kavitätennähe ist die Odontoblastenschicht an einer Stelle vakuolig degeneriert. Unterhalb derselben starke Erweiterung der Blutgefäße mit reichlichem Exsudataustritt ins Bindegewebe.

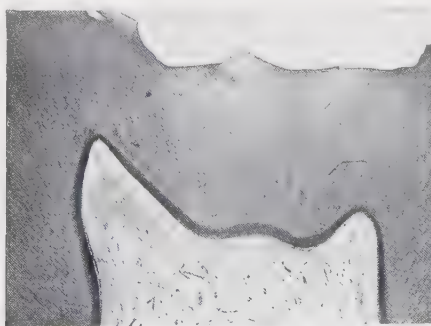


Abb. 9

Pat. S. S. Mädchen, 11 jährig. Zahn: +6.

Füllung: Kadon poliert, Phosphatzementunterlage und Schutzlack.

Liegedauer: 147 Tage. Gefrierschnitt, Hämatoxin-Eosinfärbung.

Minimale Distanz Pulpacavum- Kavitätenboden: 1,6 mm

Odontoblastenschicht nicht verändert. Der empfohlene Schutzlack (Cavity liner) ergab nicht den gewünschten Pulpaschutz. Trotz der Lackschicht und der Phosphatzementunterfüllung beobachten wir Hyperämien und Leukozytenaustritt.

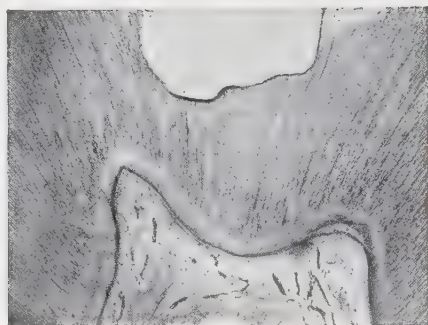


Abb. 10

Pat. W. E., Mädchen, 10 jährig. Zahn: - 6

Füllung: Sevriton mit Phosphatzementunterlage und Adhäsivlack.

Liegedauer: 139 Tage. Paraffinschnitt. Hämatoxilin-Eosinfärbung.

Minimal Distanz Pulpa-Füllung: 1,3 mm.

Rechtes Pulpahorn zeigt stark erweiterte Gefäße, die von starken Leukozyteninfiltrationen umgeben sind.

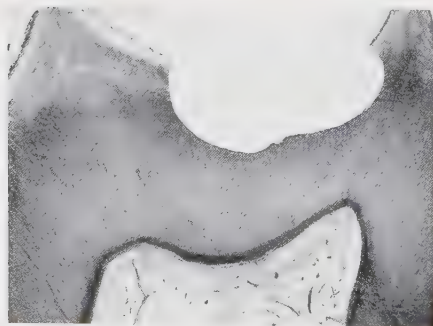


Abb. 11

Pat. Mädchen, 11 jährig. Zahn: + 6.

Füllung: Sevriton ohne Lack. Liegedauer: 83 Tage.

Im Pulpasattel etwas Dentinanbausteigerung. Odontoblasten und übrige Pulpagewebe normal.

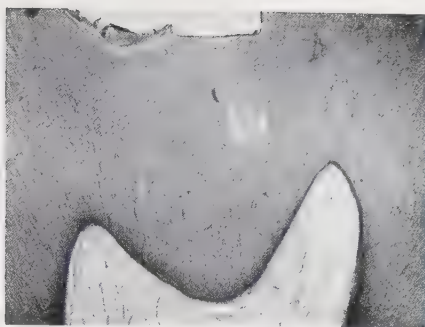


Abb. 12

Pat. Mädchen, 13 jährig. Zahn: +6.

Füllung: Sevricon ohne Lack. Liegedauer 196 Tage.

Dentin unverändert. Im linken Pulpahorn leichte Sekundärden-
tinbildung, im rechten Pulpahorn hyperämische Erscheinungen.
Die Lücken im Pulpagewebe unterhalb des Sattels und an der
rechten Wand sind bei der Verarbeitung entstanden.

Da eine Phosphatzementunterfüllung oder eine Lackschicht kei-
nen genügenden Schutz gewähren, empfiehlt Spreter von
Kreudenstein den Kunststoff auf die weiche noch klebende
Zementunterlage zu bringen. Dies soll wie ein Ausstrich mit
Gottlieb'scher Lösung (Zinkchlorid 40 % - Kaliumferrocyanid)
bei genügend dicker Dentinschicht ein ausreichender Pulpaschutz
sein.

Passow hingegen glaubt durch die Bildung eines zusammen-
hängenden Kieselsäure-Films unter Mitwirkung eines filmbilden-
den Kunstharzes einen hinreichenden Schutz für die vitale Pulpa
gefunden zu haben.

Düringer wiederum hofft durch eine Metallzwischenlage alle
schädigenden Stoffe an der Diffusion ins Zahnmark verhindern
zu können. Er klebt mit Zement ein Goldpellet auf den Boden
der Kavität, rotiert dieses mit einem Kugelstopfer fest gegen den
Kavitätenboden und macht erst auf dieser Unterlage die Kunst-
stoff-Füllung.

Eine Nachkontrolle dieser 3 vorgeschlagenen Methoden wird in
Zukunft noch gemacht werden müssen.

V. Zusammenfassung

1. Da die bisher übliche Methode der Oberflächenuntersuchung von Zahnfüllungen nach J. Wolf für Kunststoff-Füllungen nicht angewandt werden kann, machten wir uns die durch andere Materialuntersuchungen erprobte Mikrostereophotogrammetrie zu Nutzen. Mit einer Fusskammer von 45,4 cm Balglänge und einer Basislänge von 2 mm wurden stereophotogrammetrische Aufnahmen hergestellt. Ihre Auswertung erfolgte im Autographen A 2 von Wild (Heerbrugg) im Masstab 1 : 40. Die Ergebnisse der Auswertung sind Kurvenbilder mit Aequidistanz von 0,05 und 0,025 mm.
2. Die von uns mittels der Photogrammetrie untersuchten Kunststoffe: Hesacryl, Kadon, Sevriton zeigen alle mehr oder weniger deutliche Korrosionserscheinungen. Durch die Quellung und Auflösung der Kittsubstanz, welche durch die Polymerisation des Monomers entstanden und gegen die Mundeinflüsse weniger widerstandsfähig ist, werden die Kunststoffperlen aus ihrem Verband gelöst. Es bleiben an den Oberflächen runde Krater zurück.
3. Silikatzement Syntrex zeigt an den korrodierten Füllungsflächen verschieden geformte Krater. Das Silikatzementpulver wird durch mech. Zerkleinerung (Mahlprozess) hergestellt und hat deshalb keine einheitliche Körnung.
4. Die vergleichende Betrachtung der Kurvenbilder ergibt, dass der Silikatzement etwas stärker und ungleichmässiger als der kalthärtende Kunststoff korrodiert wird.
5. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der selbsthärtende Kunststoff sich gegenüber dem Silikatzement durch eine etwas grössere Korrosionsresistenz gegenüber den Mundeinflüssen auszeichnet.
6. Die Beeinflussung der lebenden Pulpa scheint unter Silikat- und Kunststoff-Füllung mit gewissen graduellen Unterschieden ungefähr dieselbe zu sein: Gefässerweiterung, Stase, Durchtritt von Blutelementen ins Pulpagewebe, sowie lokale Reizen-

tinbildung und seltener Odontoblastendegeneration. Die Unterlage aus Phosphatzement vermag diese Beeinflussung durch den Silikatzement zu verhindern, während beim Kunststoff der flüssige Monomeranteil mit den darin gelösten Katalysatoren doch zur Pulpa durchzudringen vermag. Gesamthaft sind diese Pulpaveränderungen aber eher als temporäre Erscheinungen zu werten, die von einer normalen jugendlichen Pulpa überwunden werden können. Es ist jedoch vorteilhafter, wenn man die Auswirkungen der Kavitäten-Präparation und die des Füllungsstoffes trennen kann, indem man nach der Kavitäten-Präparation eine Zwischenfüllung aus Zinkoxyd-Nelkenöl 1–2 Wochen liegen lässt, unter deren sedativen Wirkung sich die Pulpa inzwischen erholen kann und die dazwischen liegende Dentinschicht desinfiziert wird.

Literatur

- Castagnola L. Experimentelle Untersuchungen über im Munde selbstpolymerisierende Kunstharzfüllungen. *SMfZ* 60, S. 880 (1950)
- Castagnola L. Autopolymerisierende Kunstharzfüllungen. *DZZ* i. V. 10, S. 11 (1951)
- Castagnola L. Les obturations en bouche avec les résines autopolymerisantes. *Actualités odontostomatologiques* 15, S. 273 (1951)
- De Trey, Gebr. Die Frontzahnfüllung.
Wissenschaftl. Abt. von Gebr. de Trey, Zürich.
- Dolder E. Neue Werkstoffprüfungen an Prothesenstoffen. *SMfZ* 55, S. 562 (1945)
- Düringer E. Zur Verarbeitung der selbsthärtenden Kunststoffe.
Zahnärztl. Welt 6, S. 230 (1951)
- Fischer M. Experimentelle Untersuchungen über die Abschlussdichtigkeit der in der Zahnheilkunde gebräuchlichen Füllungsmaterialien.
Zürcher Diss. *SMfZ* 59, S. 595 (1949)
- Fischer C.-H. und Sonnabend E. Selbsthärtende Kunststoffe in der konservierenden Zahnheilkunde. *Zahnärztl. Welt* 6, S. 7 (1951)
- Häfeli G. Aufbau und Eigenschaften von Dental-Kunststoffen. *SMfZ* 57, S. 779 (1947)
- Heuser Oberflächenmikroskopische Untersuchungen über den Randschluss von Füllungen
Stoma 1, S. 55 (1949); 2, S. 16 (1949)
- Hoeck E. Druckverlust in Druckleitungen grosser Kraftwerke.
Verlag AG Gebr. Leemann & Co., Zürich (1943)
- Lefkowitz, Seelig and Zachinsky. Pulp response to self-curing acrylic filling material. *New York State* 15, S. 376 (1949)

- Messina und Pini. Veränderungen der Pulpa nach Füllungen mit schnellhärtendem Kunststoff. *Rev. Ital. Stomat.* 5, S. 947 (1950)
- Passow H. Ein Beitrag zum Pulpenschutz unter schnellhärtenden Kunstharzfüllungen. *Zahnärztl. Welt* 6, S. 392 (1951)
- Santorik St. Neue Untersuchungen über sogenannte selbsthärtende Kunstharze. *SMfZ* 60, S. 1198 (1950)
- Schröter und Santorik. Neue Untersuchungen über sogenannte selbstpolymerisierende Kunstharze. *SMfZ* 60, S. 937 (1950)
- Schubert L. Ueber Fragen des Pulpaschutzes. *DZZ* 6, S. 44, 143 (1951)
- Seelig and Lefkowitz. Pulpa response to filling materials. *New York State* 16, S. 540 (1950)
- Spreng M. Mitteilungen über Auflösungserscheinungen am Kunststoff Palapont. *SMfZ* 53, S. 195 (1943)
- Spreter von Kreudenstein Th. Indikation und Technik der Füllung mit schnellhärtendem Kunststoff. *DZZ* 6, S. 176, 237 (1951)
- Spreter von Kreudenstein und Busch. Mittel zum Schutze der Pulpa bei der Füllung mit schnellhärtendem Kunststoff. *DZZ* 6, S. 1382 (1951)
- Spreter von Kreudenstein Th. Die Abhängigkeit der Porenbildung im schnellhärtenden Kunststoff vom Dampfdruck der monomeren Flüssigkeit. *DZZ* 6, S. 1328 (1951)
- Stocklin M. Selbsthärtende Kunststoffe. *SMfZ* 59, S. 699 (1949)
- Thalmann-Degen P. Die Stereophotogrammetrie ein diagnostisches Hilfsmittel in der Kieferorthopädie. *Zürcher Diss.* 1944.
- Wild W. Ueber Zusammensetzung, Verarbeitung und Struktur der zur Herstellung von Prothesen am meisten gebrauchten Kunststoffe. *SMfZ* 57, S. 905 (1947)
- Wolf J. Plastische Histologie der Zahngewebe. *Deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde* 7, S. 507 (1940)

- Wolf J. Ueber die Herstellung mikroskopischer Präparate der Oberflächen
verschiedener Objekte mit Hilfe der Adhäsionsmethode.
Z. f. Mikroskopie 56, S. 181 (1939)
- Zeller M. Lehrbuch der Photogrammetrie, Orell Füssli Verlag 1947.
- Zeller M. Stereophotogrammetrie und Bewegungsstudien.
Industrielle Organisation 4, (1950)
- Zeller M. Mikrophotogrammetrie, Schw. Bauztg. 1938/14.
- Zeller M. Die Photogrammetrische Methode und ihre Anwendung,
Verlag des Schw. Geometervereins, Zürich 1939,

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. med. dent. E. Dolder für die Ueberlassung des Themas und für seine wertvolle Mithilfe, die er mir bei der Abfassung dieser Arbeit angedeihen liess, herzlich danken.

Frl. Dr. Reiff, Vorsteherin der Schulzahnklinik Zürich-Wiedikon, spreche ich meinen besten Dank aus. Sie hat die Untersuchungen auf ihrer Klinik ermöglicht und tatkräftig unterstützt.

Ebenfalls grossen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. M. Zeller von der ETH. Sein Mitwirken ermöglichte die richtige Handhabung der Apparate und die Darstellung der photogrammetrischen Grundlagen.

Herrn Prof. Dr. med. P. Schmuziger danke ich verbindlichst für die Erlaubnis zur Benützung des histologischen Labors.

Frl. Dr. Dubs, Oberassistentin von Herrn Prof. Dolder, hat mir jederzeit mit Rat und Tat beigestanden. Ihr gebührt ganz besonderer Dank.

CURRICULUM VITAE

Am 29. September 1923 wurde ich in Altdorf (Uri) geboren, wo ich die Primarschule besuchte. 1944 bestand ich an der Kantonschule Zug die Maturitätsprüfung. Meine propädeutischen Examina absolvierte ich an der Universität Fribourg. Während 5 Semestern immatrikulierte ich mich an der Universität Zürich und legte im Herbst 1950 das Eidg. Staatsexamen für Zahnärzte ab. Vom November 1950 bis Mai 1952 arbeitete ich als Assistent am Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich in der Kronen- und Brückenabteilung (Leiter Prof. E. Dolder) und in der Prothetischen Abteilung (Vorsteher Prof. W. Wild †). Im März 1951 wurde ich zum Leutnant der Sanität brevetiert. Gegenwärtig bin ich in der Privatpraxis als Assistent tätig.

